

# Big Ideas, Great STEM

Een kader voor STEM-onderwijs

*Jouri Van Landeghem*



**EXPERTISENETWERK**  
LERARENOPLEIDINGEN AUGENT



**HoGent**



# Waarover gaat STEM?



Fenomenen  
doorgronden

*“Hoe zit de  
werkelijkheid in  
elkaar?”*

Onderzoeken

Resultaat:

Idee hoe de  
werkelijkheid  
werkt.



Problemen  
oplossen

*“Hoe krijgen we  
dit gedaan?”*

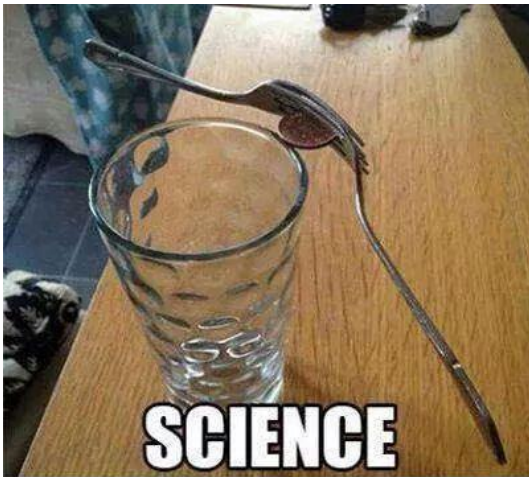
Ontwerpen

Resultaat:

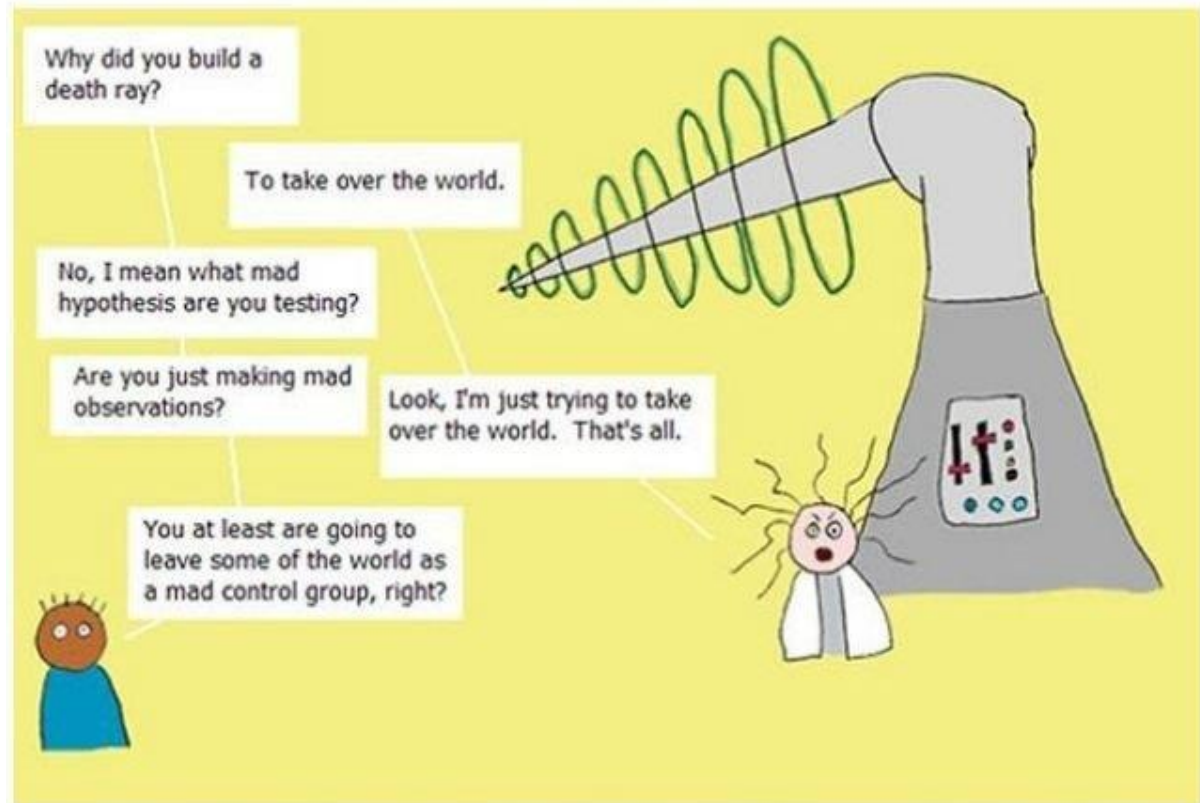
Oplossing voor  
een probleem



# Science vs Engineering

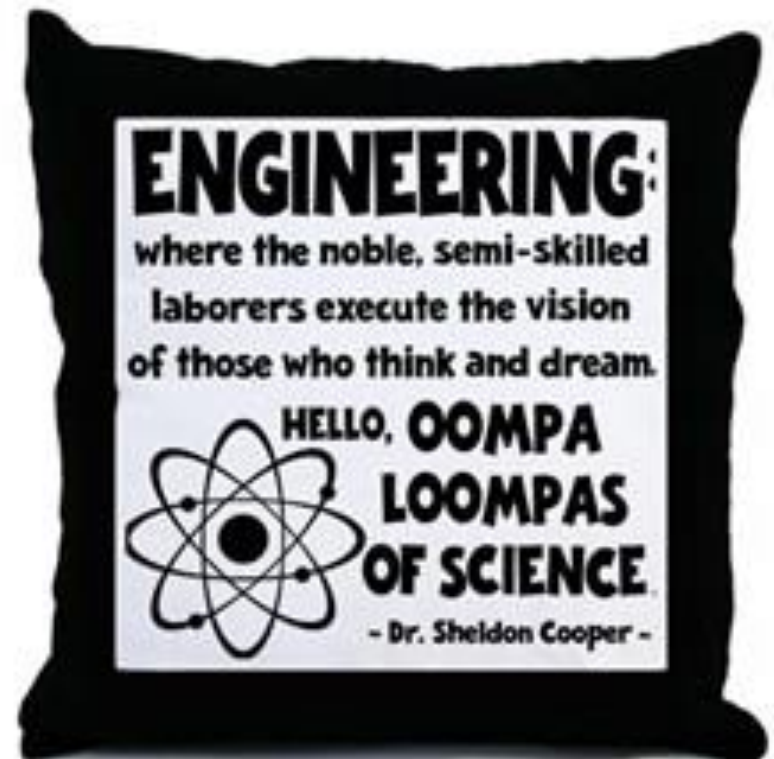
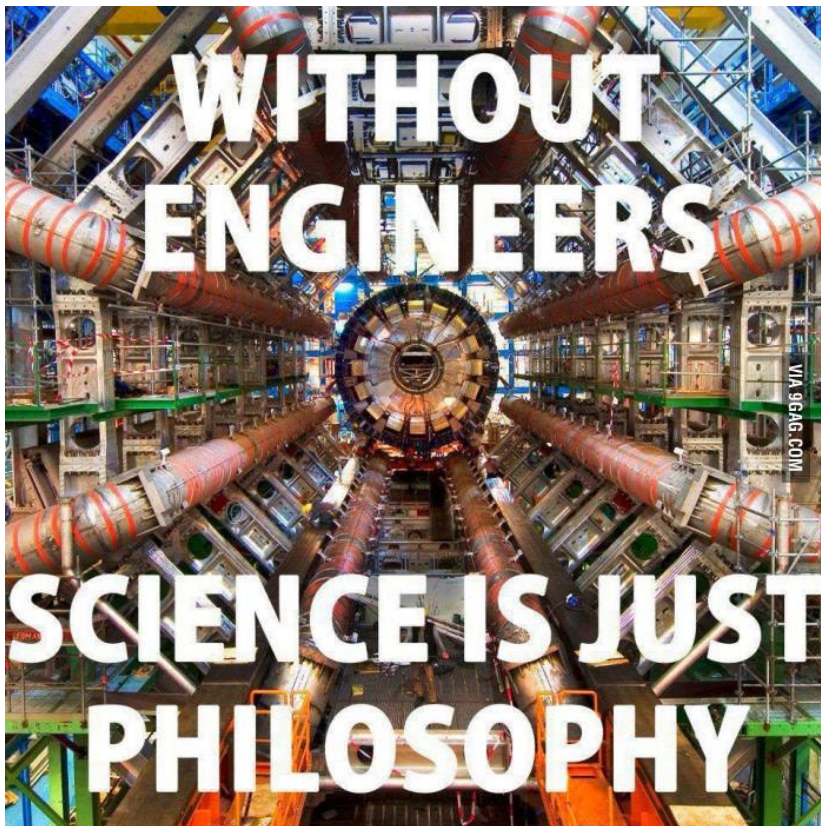


## The truth about mad scientists



Sad truth: Most "mad scientists" are actually just mad engineers

# Science vs engineering



I'm still waiting for the day that I will actually use

- 17.  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$
- 18.  $3 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 5 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$
- 19.  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 6 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + 9 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$
- 20.  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - 3 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$
- 21.  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}$
- 22.  $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2 \frac{\partial u}{\partial x} = 0$
- 23.  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial u}{\partial x} - 6 \frac{\partial u}{\partial y} = 0$
- 24.  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = u$
- 25.  $a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$
- 26.  $k \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial u}{\partial t}, k > 0$



# WELCOME TO THE REAL WORLD



“Why is it important for today’s kids to learn algebra? Because *I* had to learn this junk in school and now it’s *your* turn, that’s why!”

After all these years, Bob's "A" in algebra finally pays off.



STEM daagt leerlingen met uit met  
fenomenen en problemen uit de **echte  
wereld.**

In de echte wereld staan **geen grenzen**  
tussen S, T, E en M.

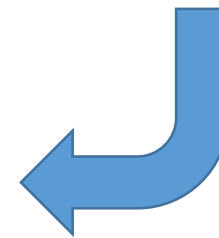
# WELCOME TO THE REAL WORLD

Fenomenen  
doorgronden

Problemen  
oplossen



- **Ideeën** om op verder te bouwen en naar terug te koppelen
- **Vaardigheden** om te onderzoeken, te ontwerpen en te evalueren
- Manieren om naar de wereld te kijken (**perspectieven**).



## Fysische wereld

## Ideeën



## Perspectieven



Systemen



Patronen



Schaal en verhouding



Oorzaken



Stabiliteit en verandering



Modellen



Stromen en behoud



Structuur en functie

## Denk- en werkwijzen



Vragen stellen, problemen definiëren



Modellen maken en gebruiken



Onderzoek plannen en uitvoeren



Data analyseren en interpreteren



Wiskunde en ICT gebruiken



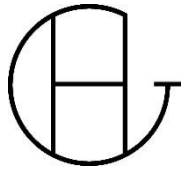
Verklaringen en oplossingen formuleren



Argumenteren op basis van data



Informatie bekomen, evalueren en communiceren



## (Natuur)Wetenschappelijke kernideeën



Materie bestaat uit deeltjes.



Straling is overal.



Levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur.



Bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere.



Wijziging van beweging vereist interactie met een ander object.



Organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken.

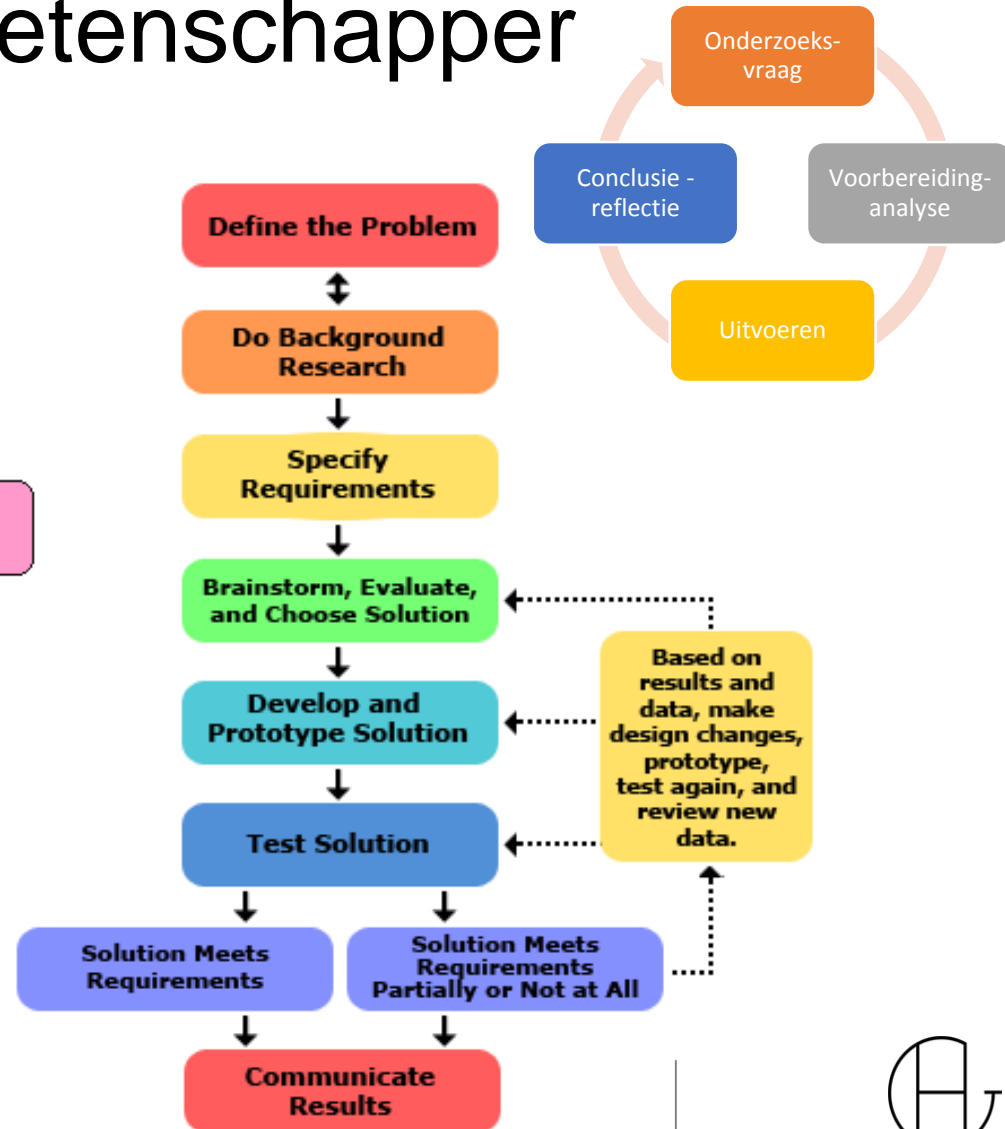
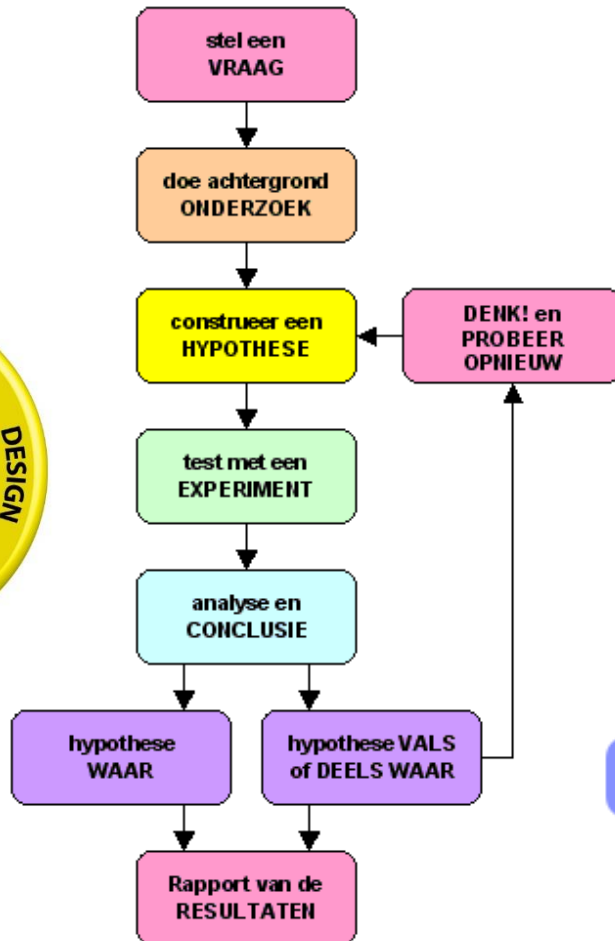


In ecosystemen concurreren organismen om materie en energie.

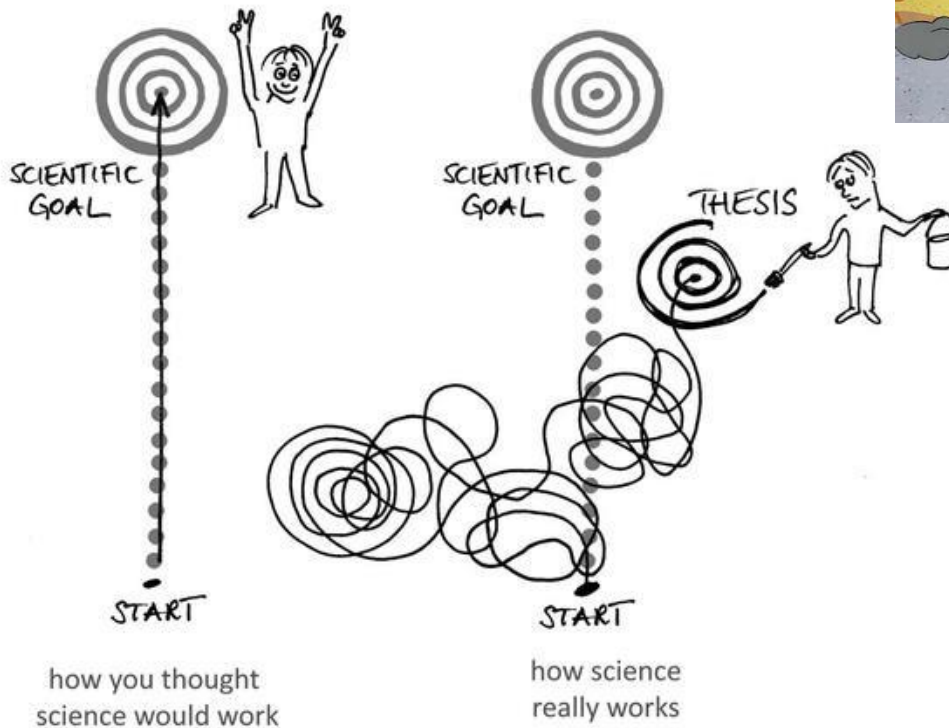


Er is een sterke wisselwerking tussen wetenschap, technologie en de samenleving.

# Werken als ingenieur/wetenschapper



# Reality check



FLORIAN AIGNER  
QUANTUMTOMATO.COM





**FAIL**

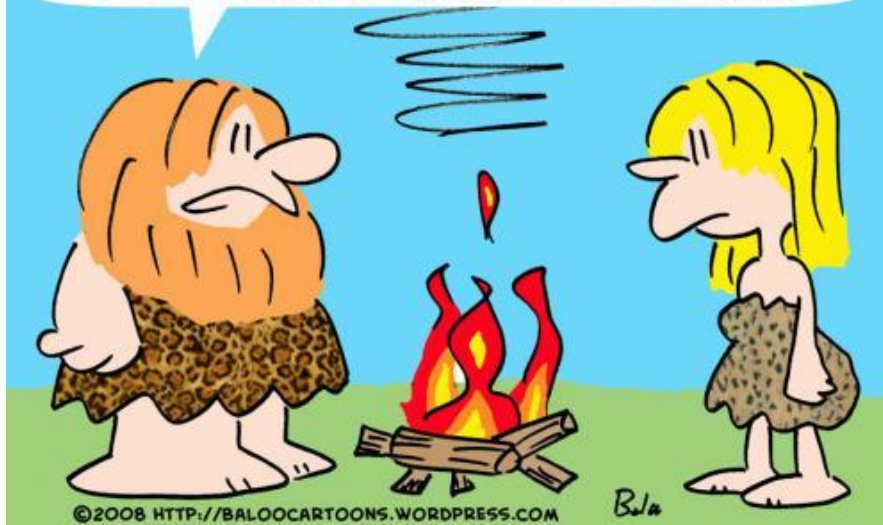
[F] **F**IRST

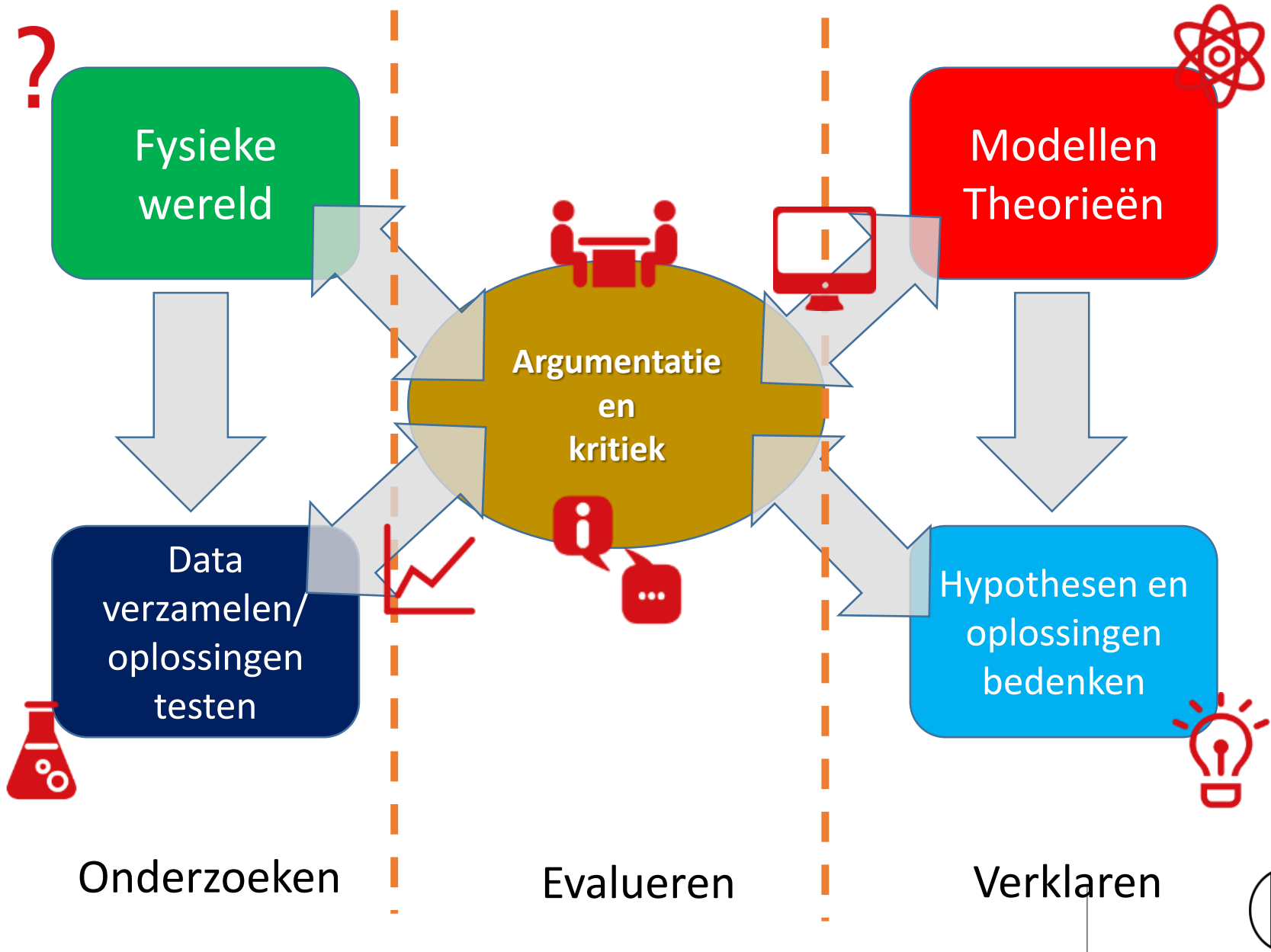
[A] **A**TTEMPT

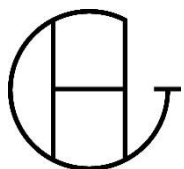
[I] **I**N

[L] **L**EARNING

I WAS JUST RUBBING STICKS TOGETHER FOR FUN  
- I DIDN'T REALIZE I WAS DOING BASIC RESEARCH.







# Wat moet je kunnen om te werken als een wetenschapper?

	<b>Vragen stellen, problemen definiëren</b>		<b>Wiskunde en ICT gebruiken</b>
	<b>Onderzoek plannen en uitvoeren</b>		<b>Modellen gebruiken en ontwikkelen</b>
	<b>Data analyseren en interpreteren</b>		<b>Verklaringen geven en oplossingen bedenken</b>
	<b>Argumenteren op basis van bewijsmateriaal</b>		<b>Informatie verzamelen, evalueren en communiceren</b>

# Perspectieven

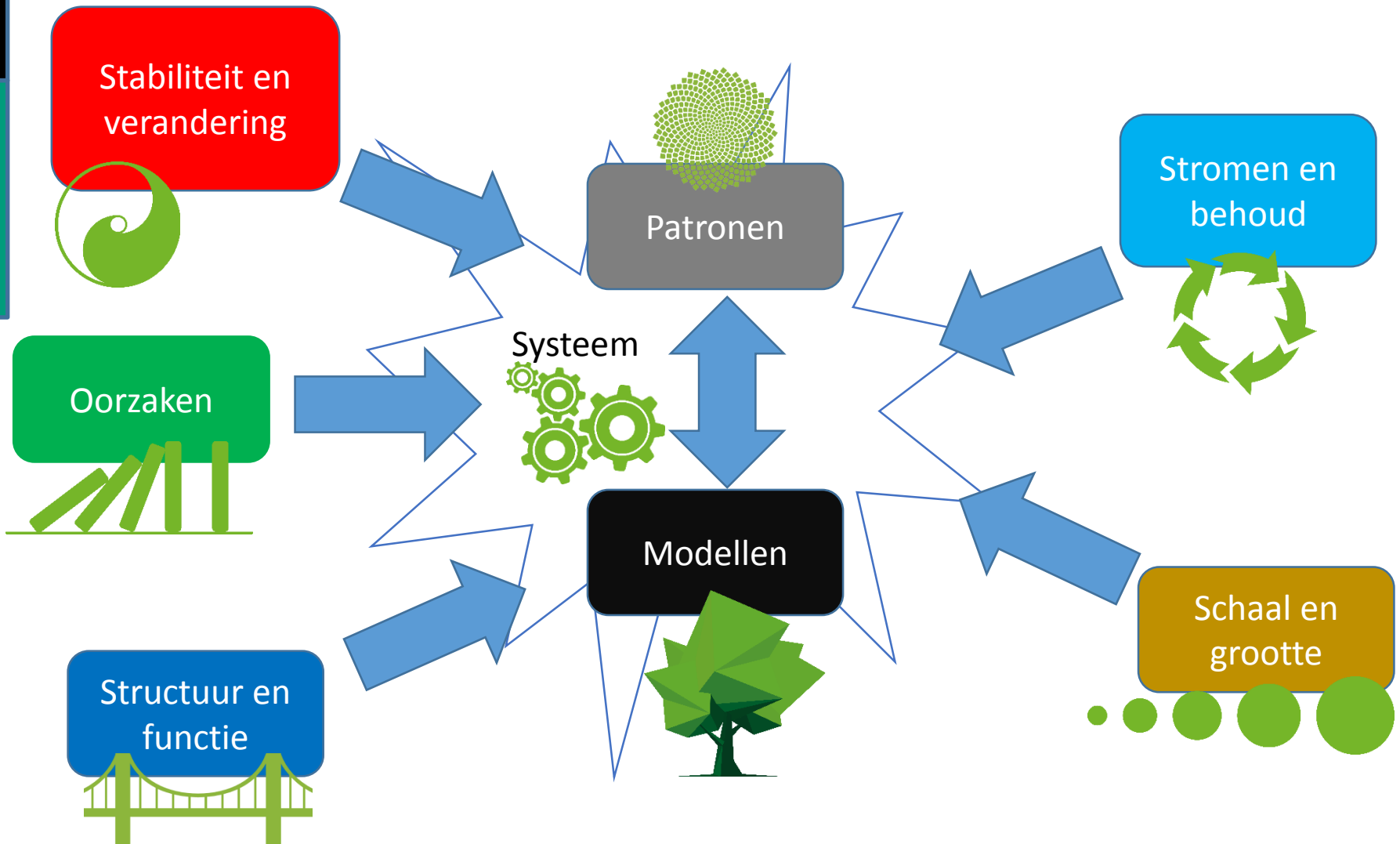
Invalshoeken van waaruit we de fysische wereld doorgronden

Een denkkader dat relevante vragen stelt:

- Wat zijn de grenzen van een fenomeen?
- Vind je een patroon?
- Wat is essentieel, wat is overbodig?
- Zijn er duidelijke oorzaken?
- Hoe loopt de energie, materie, informatie doorheen het systeem?
- Kan het gedrag worden verklaard door het systeem op te splitsen in kleinere delen?
- Heeft de structuur een invloed op het gedrag?
- Wat is in een systeem stabiel en zit er een patroon in verandering?
- ...

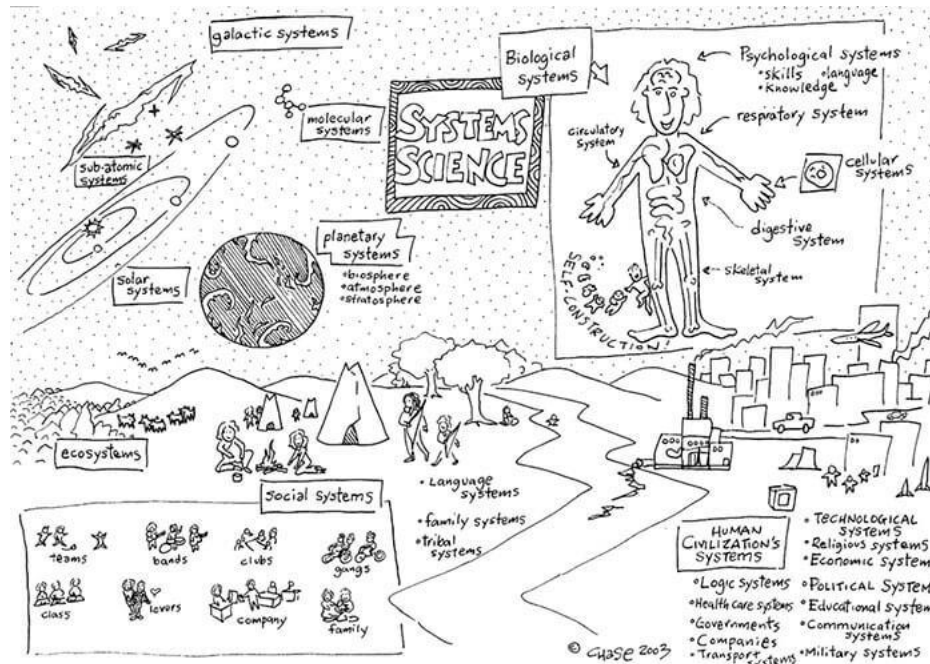
Meta 'big ideas': vakoverschrijdend





# Systemen

Een systeem is een **afgebakend deel** van de werkelijkheid



Een systeem bestaat uit **componenten**

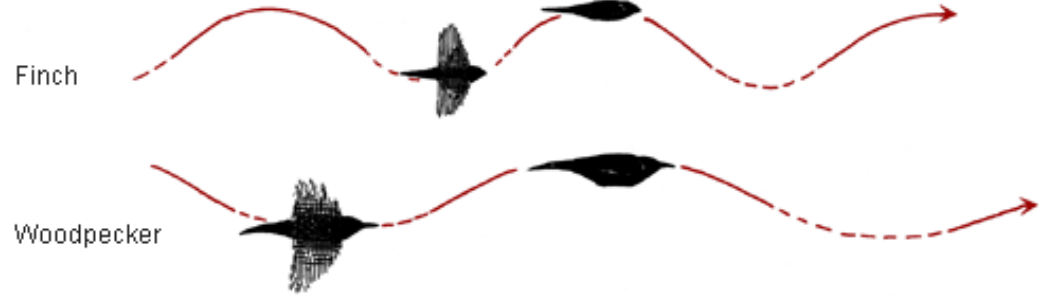
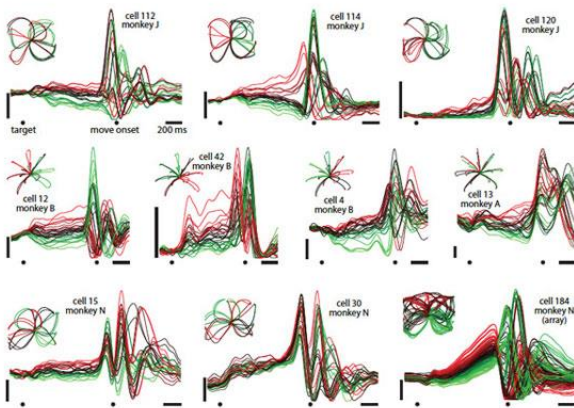
Een systeem is **meer dan de som van de delen**

Componenten kunnen als **(sub)systeem** beschouwd worden

In een systeem gebeurt vanalles. Een reeks samenhangende gebeurtenissen noemen we een **proces**

De **output** van één onderdeel/systeem kan gebruikt worden als **input** van een ander onderdeel/systeem



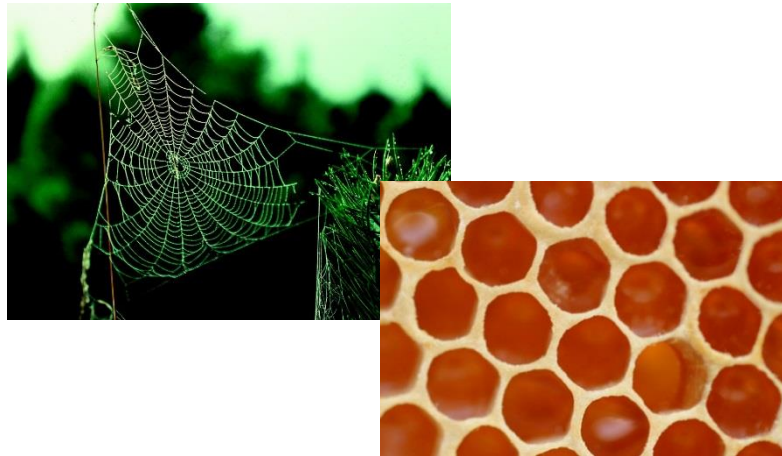


# Patronen

Patronen zijn overal.  
 Patroonherkenning is basis voor  
 classificatie.

Verbeteren een  
 ontwerp door zoeken  
 naar systematische  
 fouten.

Roepen vragen op.

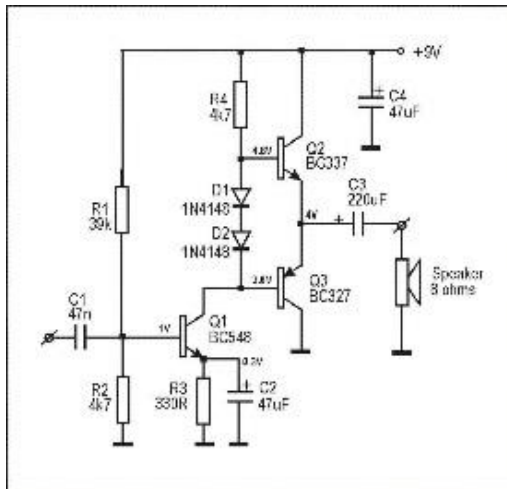
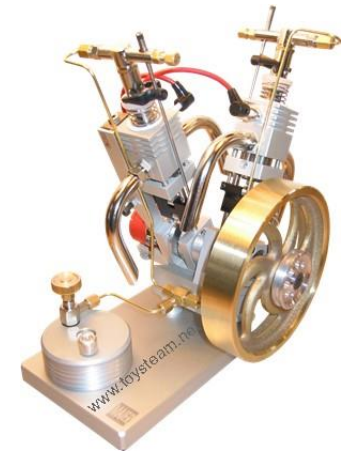
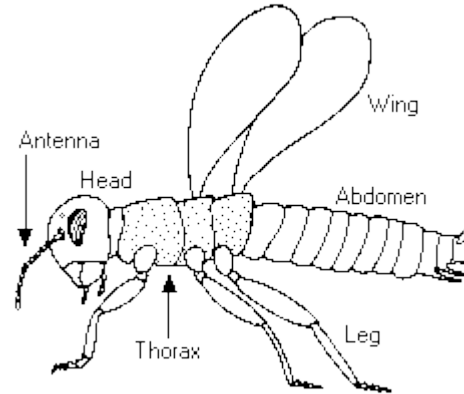
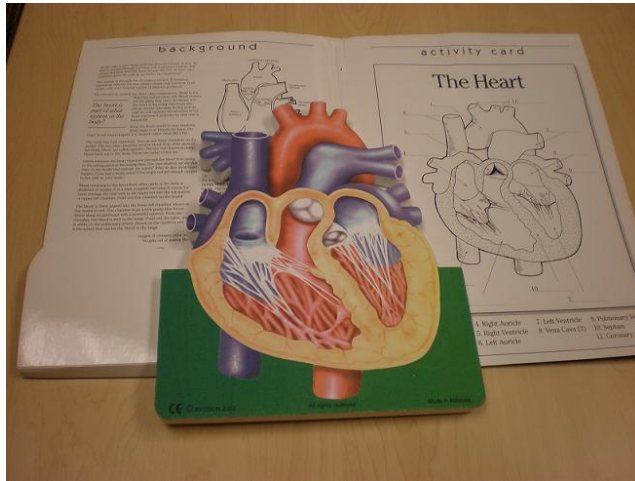


Ontwerpen en  
 optimaliseren op basis  
 van gebruikers-  
 patroon.

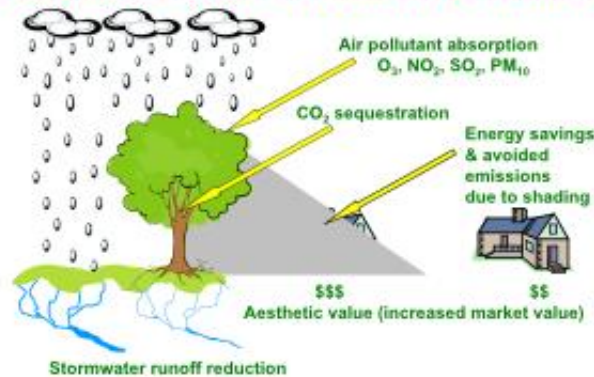
Doelen in onderwijs:  
 Patronen herkennen, classificeren en evalueren



# Modellen



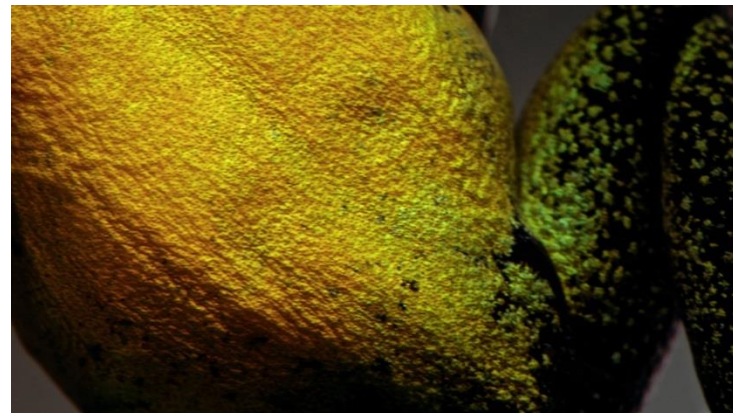
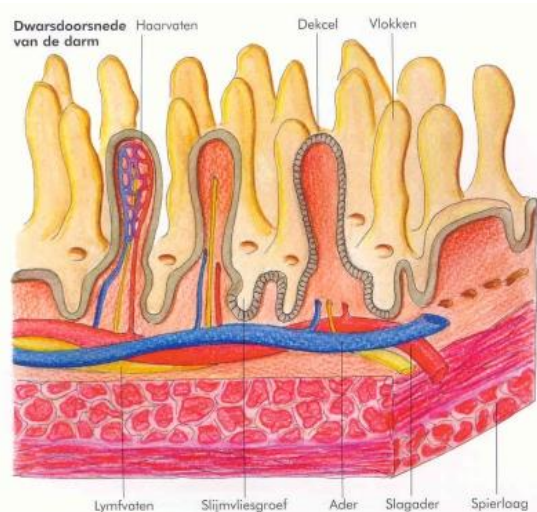
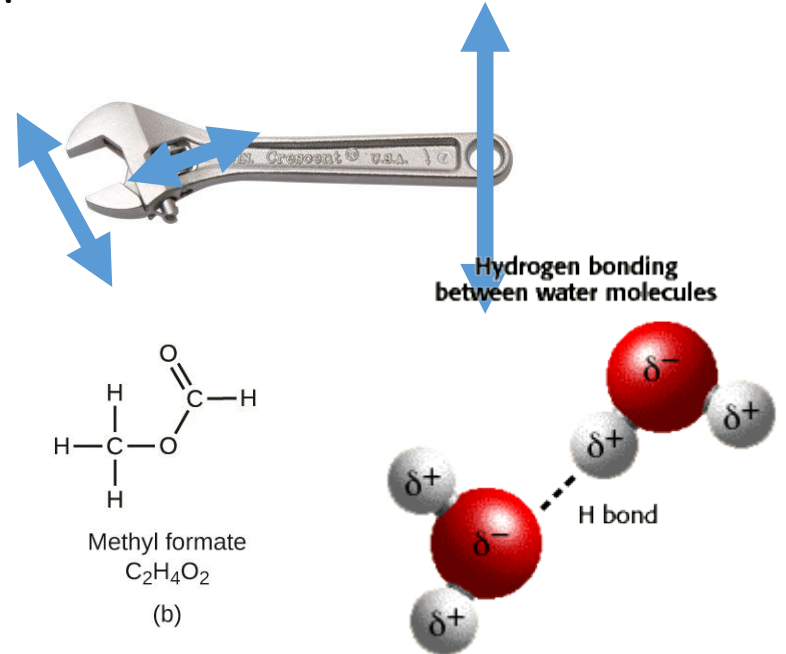
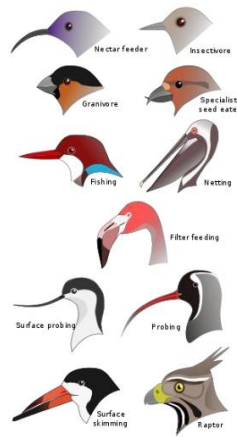
## Ecosystem services provided by urban trees



# Structuur en functie

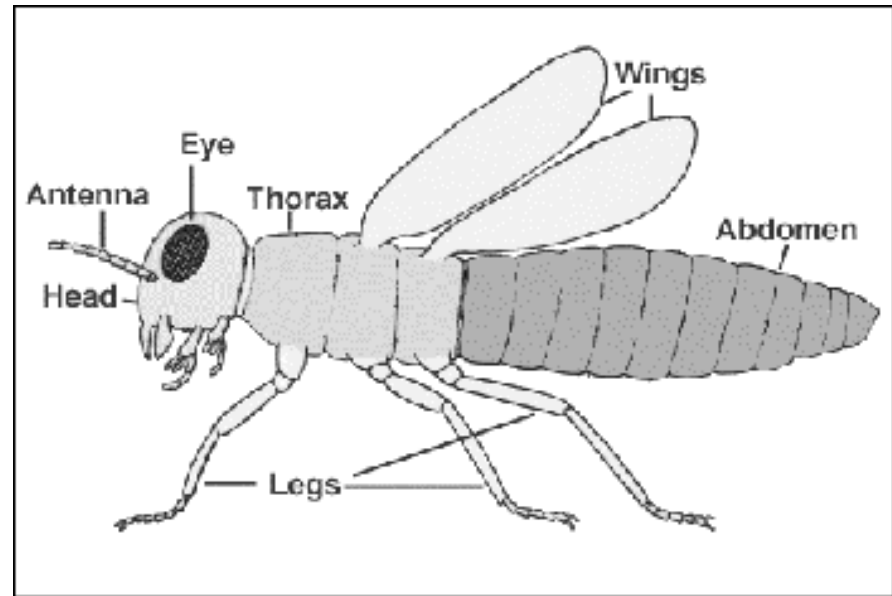
Hoe iets eruit ziet, bepaalt wat het kan doen.

The shape of the bird's beak depends on what it eats.



# Patronen in structuur en functie

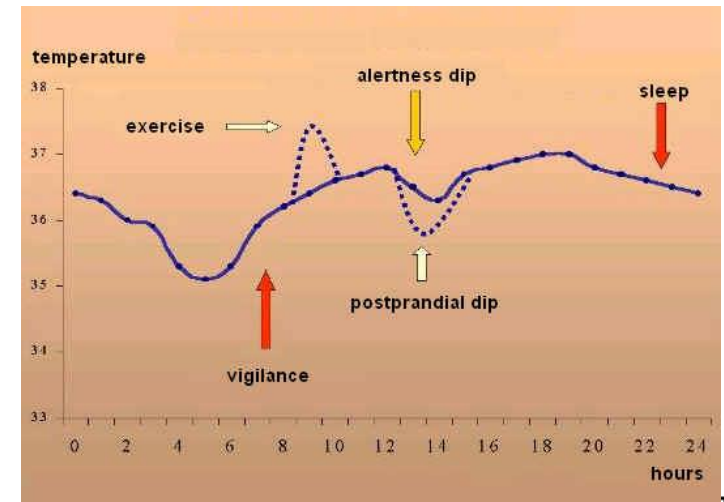
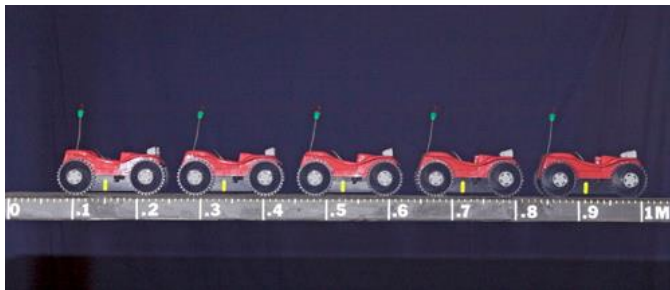
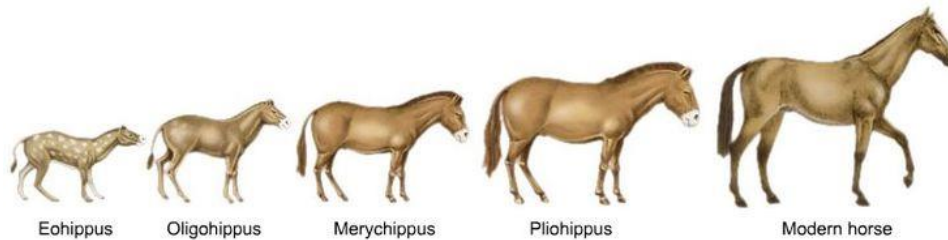
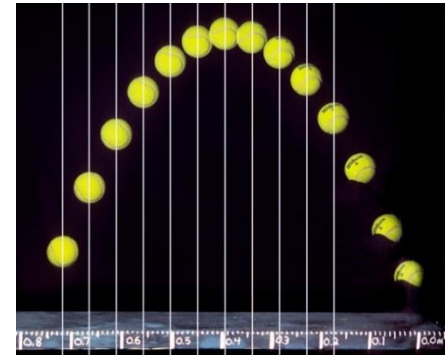
HoGent



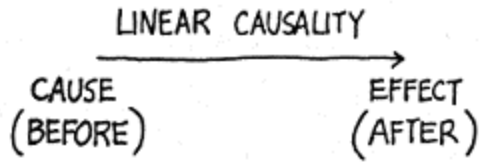
# Stabiliteit en verandering



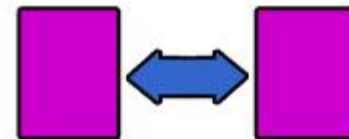
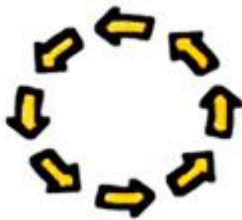
Hoe veranderen systemen (of juist niet)?  
Zijn er constanten in de verandering?



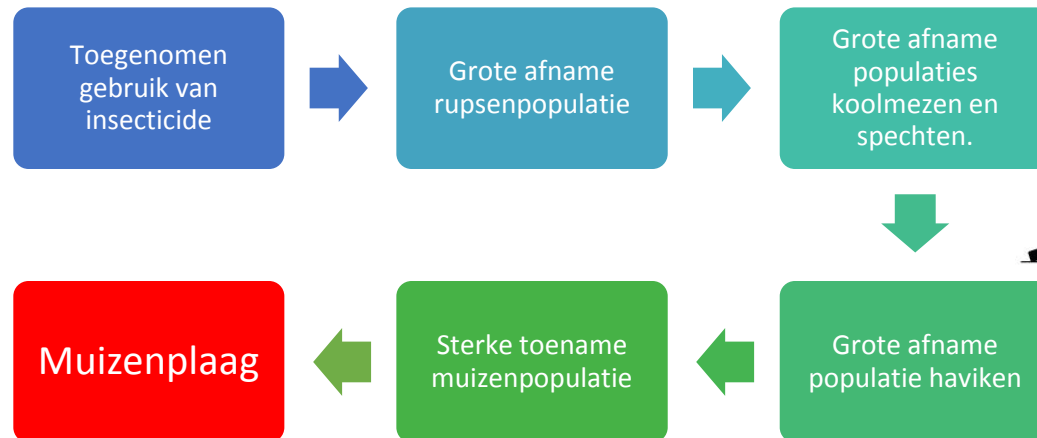
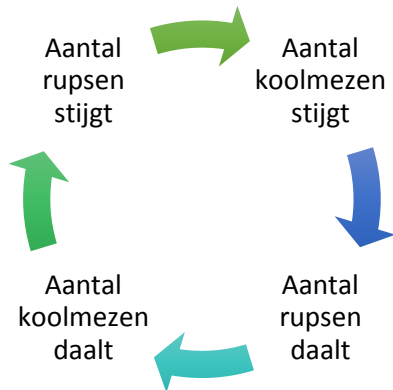
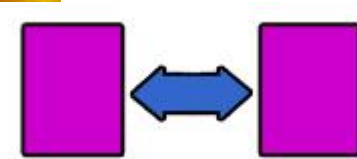
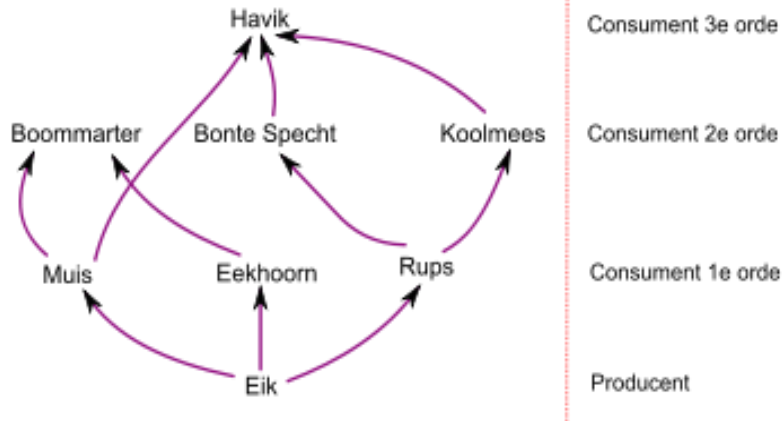
# Oorzaken



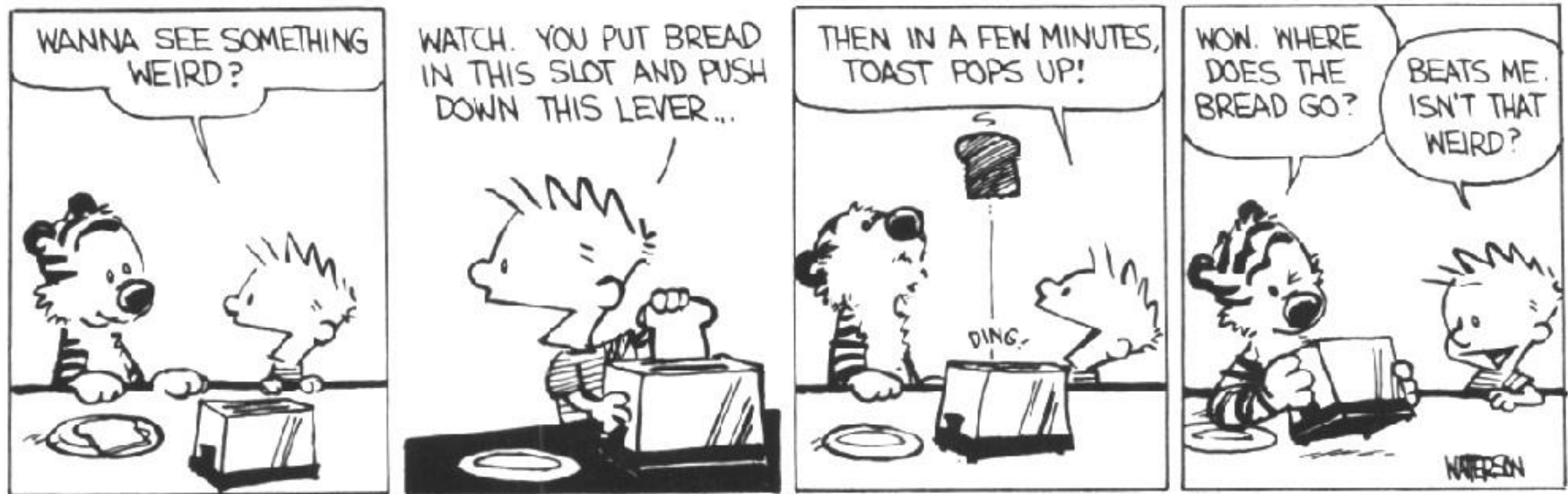
Reeks van gebeurtenissen die tot gegeven situatie leidt.



# Oorzaken - voorbeelden

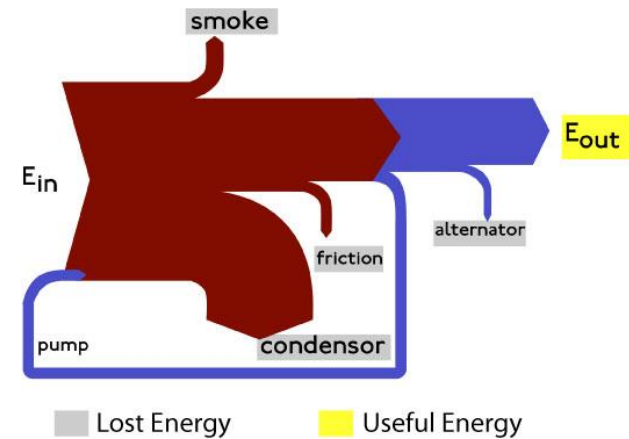
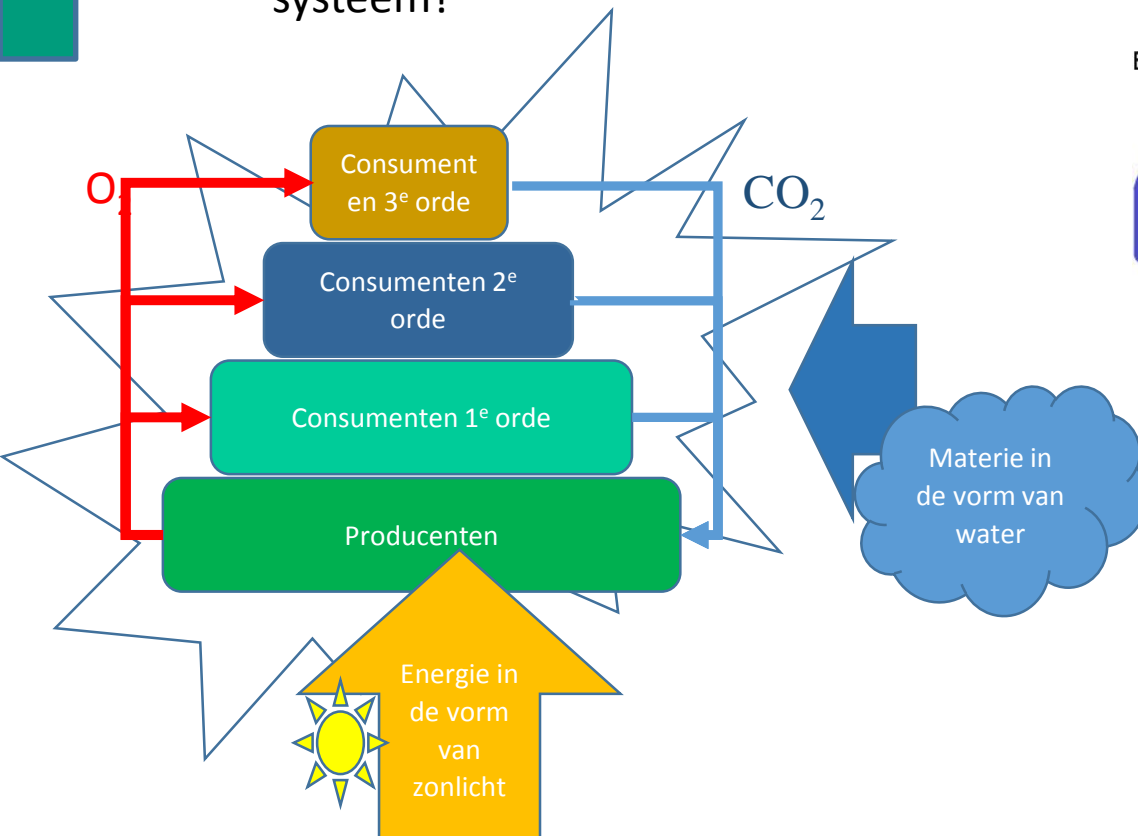


# Stromen en behoud



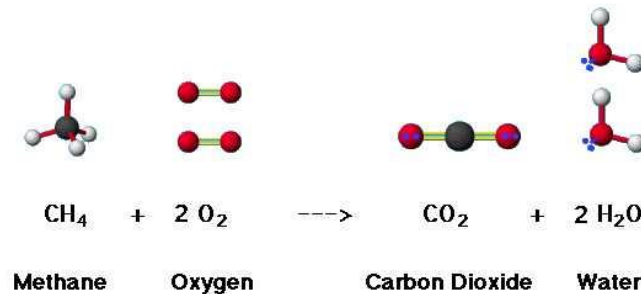
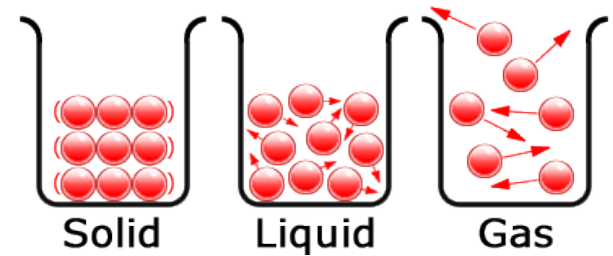
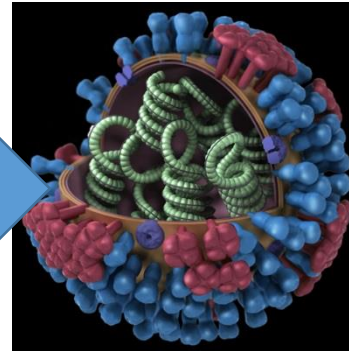
# Stromen en behoud

Hoe gaan materie en energie doorheen een systeem?  
Hoe gaat informatie doorheen een systeem?



# Schaal en verhouding

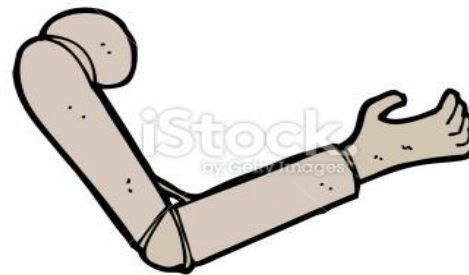
Een andere kijk, zowel in grootte als in tijd...



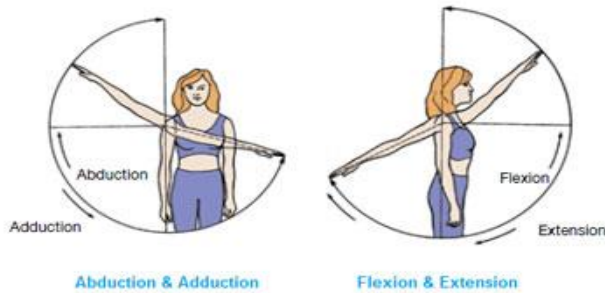
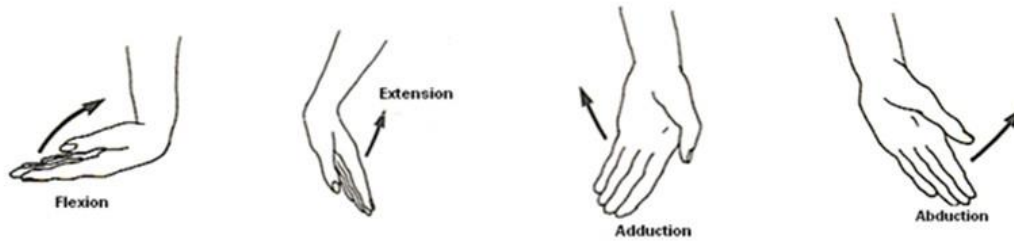
Combustion Reaction



# System "ARM"

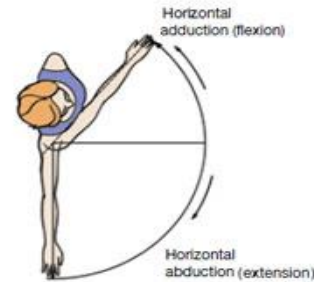


# Armbewegingen

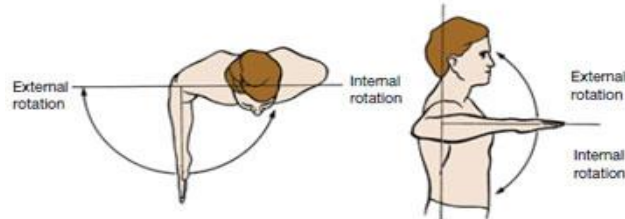
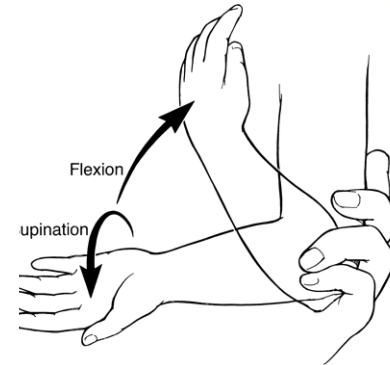


Abduction & Adduction

Flexion & Extension



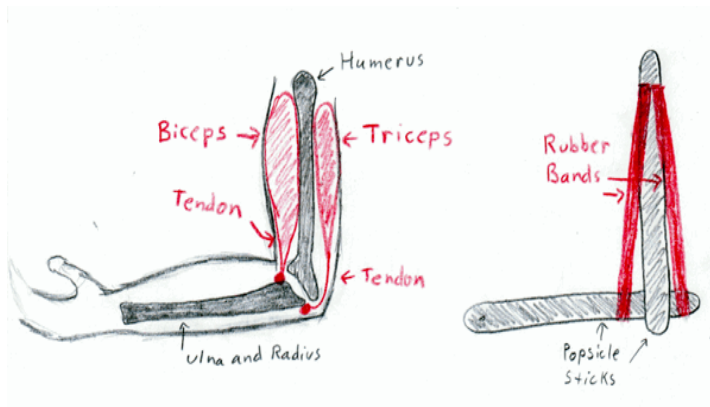
Horizontal Abduction & Adduction



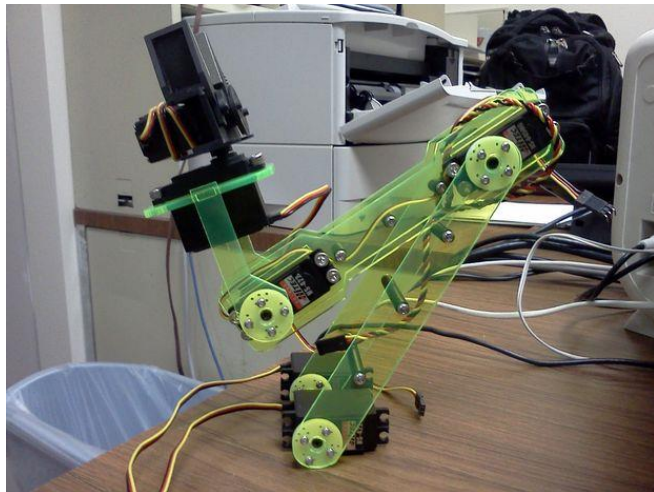
Internal & External Rotation



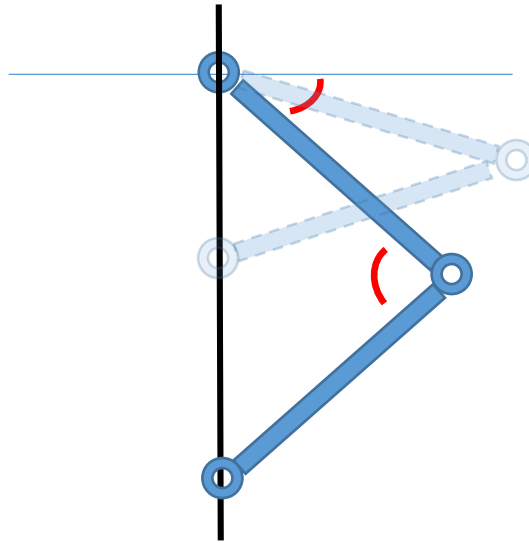
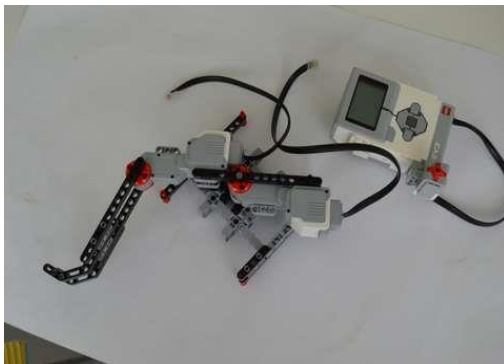
# Rol van de spieren



# “Technologische spieren”



# Aansturen van een arm



# Koekjes bakken...

Evalueren

Kritisch denken

Argumenteren op  
basis van data

Wiskunde gebruiken

Ontwerp  
optimaliseren

Kennis verdiepen

Onderzoeken opzetten

Link tussen  
technologie en  
maatschappij



# Vergelijken en optimaliseren van ontwerpen



Weight  
Watchers®

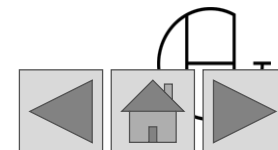


Op zoek naar gelijkenissen en verschillen in ingrediënten en bereidingswijzen.

Waarom juist die ingrediënten? Waartoe dienen die? Wat is hun functie? Kan je die vervangen door iets anders?

Welke aspecten spelen rol in bereiding? Welke invloed hebben die?

Op zoek naar optimale koekje, gezond én lekker...



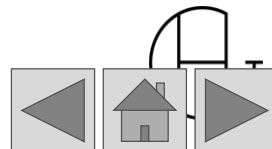
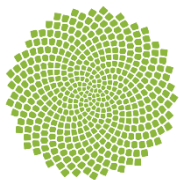
## Ruwe materialen

### Ingrediënten (4 personen)

- 250 g bloem
- 1 theelepel bakpoeder
- 120 g suiker
- 60 g havervlokken
- 200 g malse boter
- 1 ei
- 100 g donkere chocolade
- 1 vanillestokje

### Ingrediënten (24 porties)

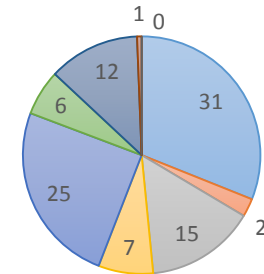
- 50 g Roomboter, halfvol
- 2 eetlepel(s) Bruine suiker
- 1 middelgroot/middelgrote Eiwit
- 1 stokje(s) Vanillestokje,
- 1 hoeveelheid (naar smaak) Zout
- 180 g Bloem
- 1/4 koffielepel(s) Bakpoeder
- 100 g Chocolade, (pure chocolade, geschaafd)



# Voorstelling ter vergelijking

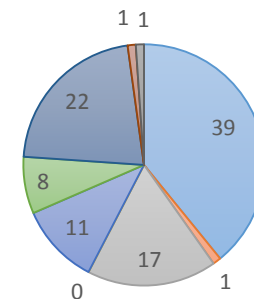
	JM	WW
Ingrediënt	<i>m (g)</i>	<i>m (g)</i>
Bloem	250	180
Bakpoeder	20	5
Suiker	120	80
Havervlokken	60	0
Boter	200	50
Ei	50	35
Chocolade	100	100
Vanillestokje	5	5
Zout	0	5

Fractie van elk ingrediënt (%) (JM)

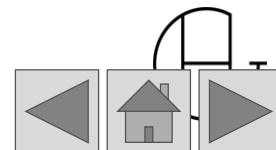


- Bloem
- Bakpoeder
- Suiker
- Havervlokken
- Boter
- Ei
- Chocolade
- Vanillestokje
- Zout

Fractie van elke ingrediënt (%) (WW)



- Bloem
- Bakpoeder
- Suiker
- Havervlokken
- Boter
- Ei
- Chocolade
- Vanillestokje
- Zout



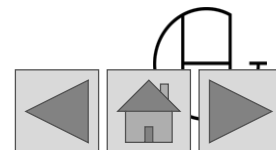
# Hoe wordt deeg een koekje?



Wat doet het bakproces met het deeg? Wat zijn de verschillen qua massa, volume, hardheid, kleur, textuur?

Welke factoren spelen daarin mee?

Hoe kunnen we die verschillen verklaren?



# Op zoek naar het ideale koekje...

Wat kunnen we allemaal aanpassen?

Hoe zorgen we ervoor dat we effecten van elke aanpassing in kaart kunnen brengen?

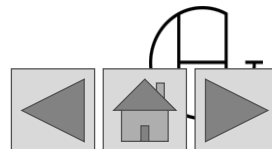


Hoe meet je de appreciatie van een koekje?

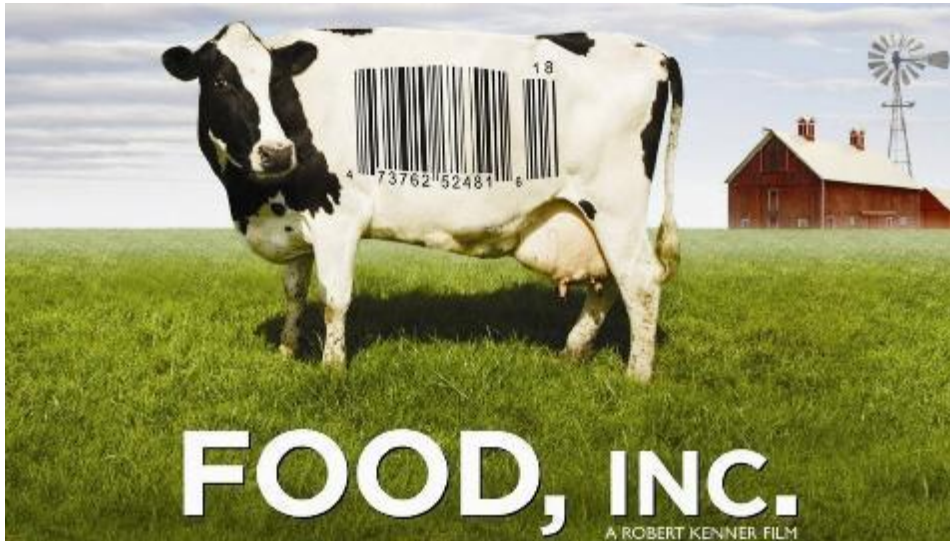
Welke deelaspecten spelen daar een rol?

Hoe ga je dat bevragen?

Hoe verwerk je resultaten?



# Technologie en samenleving



- Link tussen wetenschap, technologie en maatschappij.
- Uitgevoerde activiteiten kunnen teruggekoppeld worden aan actuele problemen als de impact van onze voedingsgewoonten op milieu en op onszelf.



# Big Ideas, great STEM?

- Opstellen van leerlijnen
- Structureren van opdrachten en projecten
- Geeft samenhang voor leerlingen
- Zelfde doelstellingen kunnen bereikt worden op verschillende manieren, afgestemd op doelpubliek.



[www.bigideas.be](http://www.bigideas.be)